JPS 第55回年次大会(新潟大)

Performance Evaluation of Linux Real-Time Extensions

- for DAQ Systems for HEP exp. -

KEK Online Group

仲吉一男, 安 芳次, 藤井啓文, 藤田陽一,
五十嵐洋一, 井上栄二, 児玉英世

Agenda

Motivation

Real-Time DAQ System

Linux Real-Time Extensions

Performance Evaluation Test

Test Results

Summary of Evaluation Test

Issues for Linux RT Control

Motivation

- PC/Linux DAQ システムは, 広く普及
  - CAMAC : Kinetic, CC7x00, CCP
  - VMEbus: Bit3 61{6,7,8}, CPU board

全ての DAQ システムに Real-Time 機能は不要

しかし, 必要なシステムも存在する

  - Event Builder
  - High rate trigger Exp.

PC/Linux DAQ で Real-Time 機能を使いたい

Real-Time(RT) DAQ System

- RT DAQ System: **一定時間内で** DAQ **完了を保証**
  - Front-end **エレキによる高速化**
  - Real-Time OS **の利用**

- Std. Linux
  - Fair Share Policy
  - Dynamic Priority

- POSIX 1003.1b(**標準** Linux **で実装済**)
  - Static Priority(POSIX: 0 - 99)
  - Scheduling Policy : FIFO, RR, OTHER

まず Linux **の** POSIX.1b **の性能を調べる**

Important factors for RT System

- デッドライン保証
- 応答性
  - Interrupt Response Time
  - Context Switch Time
- 高エネルギー実験用 DAQ System
  - Network functionality
  - Portability of code
  - Small Size Kernel

Linux Real-Time Extensions

- Std. Linux
  - POSIX.1b
- Non Standard
  - RTLinux(NMT/FSMlabs)
  - KURT(Kansas Univ.)
  - Red Linux(UCI)
  - L4Linux(Dresden Tech.)
  - Linux/RK(CMU)
  - ART Linux(ETL)
  - Hard Hat Linux(MontaVista)
  - BlueCat(LynuxWorks)
  - Ingo’s Patch

Linux RT **の研究・開発が急速に行われつつある**

RTLinux is Best?

- Real-Time Task = カーネルモジュール
- システムコールの直接利用はできない
- 既存のデバイスドライバは利用不可
- プログラム開発時のデバッグが難しい

Network ベースの大規模 DAQ システムでは利用が困難

標準 Linux から RT 対応に seamless な移行をしたい

他のアプローチの Linux RT Extensions を調査

Performance Evaluation Test

- VMEbus からの割り込み応答時間の測定

- 4 つの負荷の下で測定を行った
  - NO Load
  - CPU Load(loop x 40)
  - I/O Load(ls -lR > /dev/null)
  - Network Load(ping -f)

性能評価を行った RT Extensions

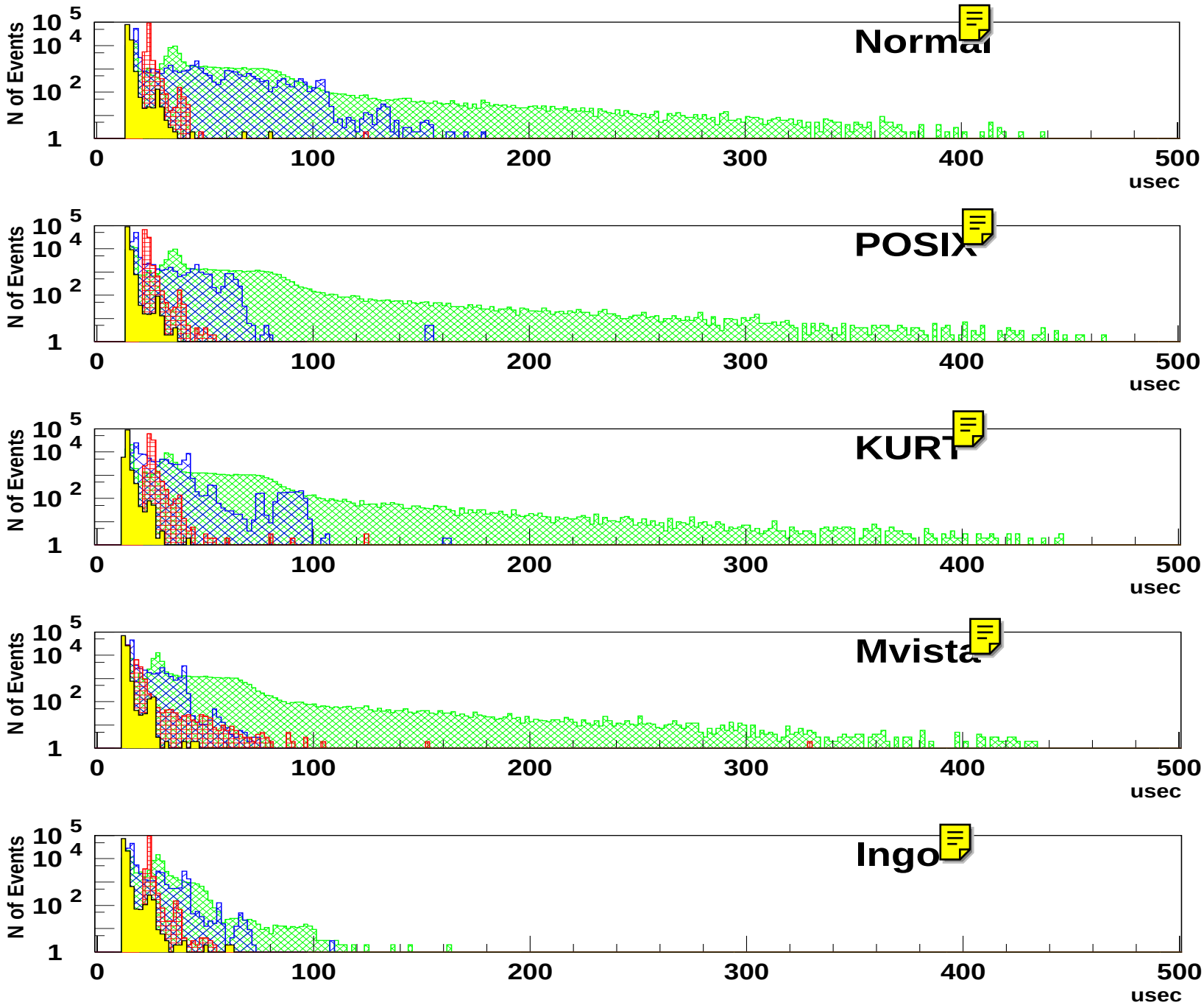
- POSIX.1b(Linux2.2.13)
- KURT(Linux2.2.13)
- MontaVista’s RT scheduler(Linux2.2.14)
- Ingo’s Low Latency Patch(Linux2.2.13)

Test Bench

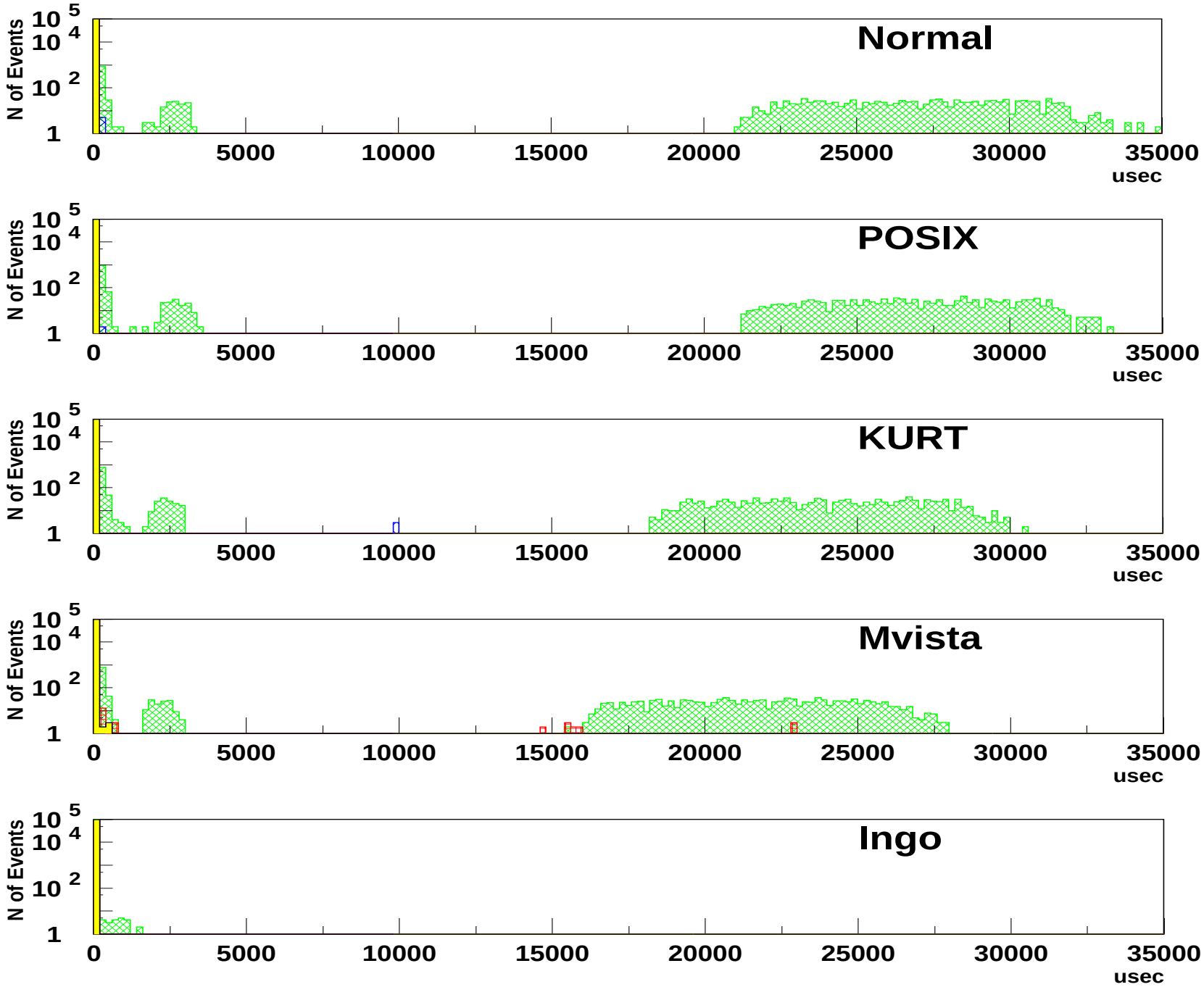
- VME CPU Board(PenII 333MHz), Linux2.2.{13,14}
- VME Interrupt Register
- VME Visual Scaler
- NIM Modules

- Slackware 7.0
  - Linux2.2.{13,14}
  - GNU libc2.1.2(glibc2)

Test Results



Test Results(Cont.)



Summary of Evaluation Test

VMEbus からの割り込み応答の評価結果

- POSIX, KURT, MontaVista は CPU 負荷中では有効
  しかし I/O や Network 負荷では RT 制御に問題あり
- Ingo's Patch は CPU,I/O,Network 負荷で有効に作用

標準 Linux scheduler の RT 化だけではだめ
ドライバも含めた RT 用の最適化が必要

Issues for Linux RT Control

- Linux の基本設計はトータルなスループット向上であるので RT 制御は, 基本的に困難
- Linux RT 化には標準のカーネルやドライバに変更を加える必要がある
- 現時点の Linux RT 拡張を適用可能な DAQ のアプリケーションは存在する

「割り込み応答性能」以外の評価も行う

今後の Linux RT Extension の発展に期待

References

RTLinux	http://www.rtlinux.org/
KURT	http://www.ittc.ukans.edu/kurt/
ART Linux	http://www.etl.go.jp/etl/robotics/Projects/ART-Linux/
Linux/RK	http://www.cs.cmu.edu/~rajkumar/linux-rk.html
Hard Hat Linux	http://www.mvista.com/
BlueCat	http://www.lynuxworks.com/

今後も下記で評価結果等を公開予定

http://onlax2.kek.jp/~nakayosi/index-rt.html

kazuo.nakayoshi@kek.jp

KURT(Kansas Univ. Real-Time Linux)

KURT v1.x for Linux2.0.34, 2.1.{75.105,107}
KURT v2.0 for Linux2.2.{5.9.13}

- Target: Multimedia applications
- Features: Firm real-time, UTIME
- RT mode:
  - Forcused Real-Time
  - Mixed Real-Time
  - Normal

ART Linux

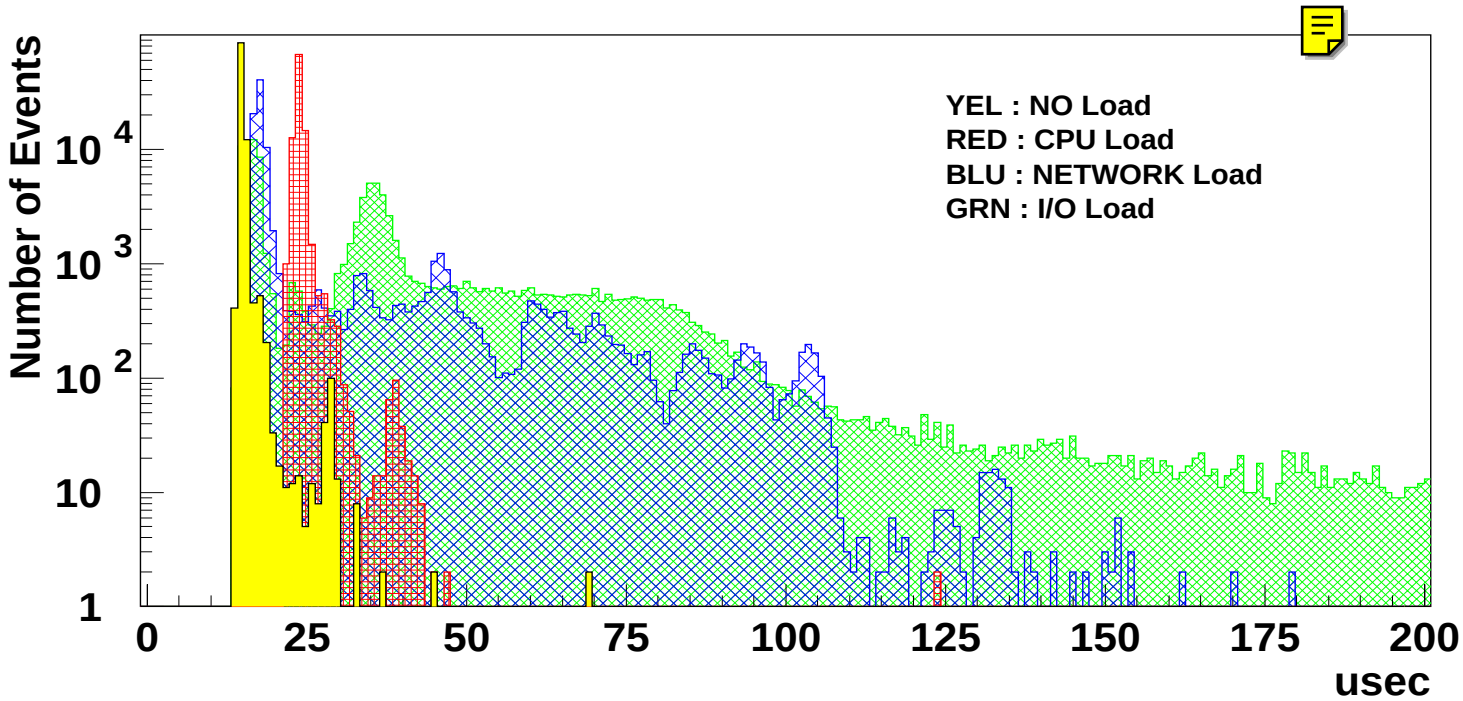
ART Linux for Linux2.0.36

Developer :Youichi Ishiwata(ETL)

- Features:
  - Source level compatibility of device drivers with Std. Linux
  - No priority inversion.
  - Binary level compatibility of user programs with Std. Linux
  - Avoids uncertainty of real-time execution due to interrupts
  - Real-time task execution at user priviledge level

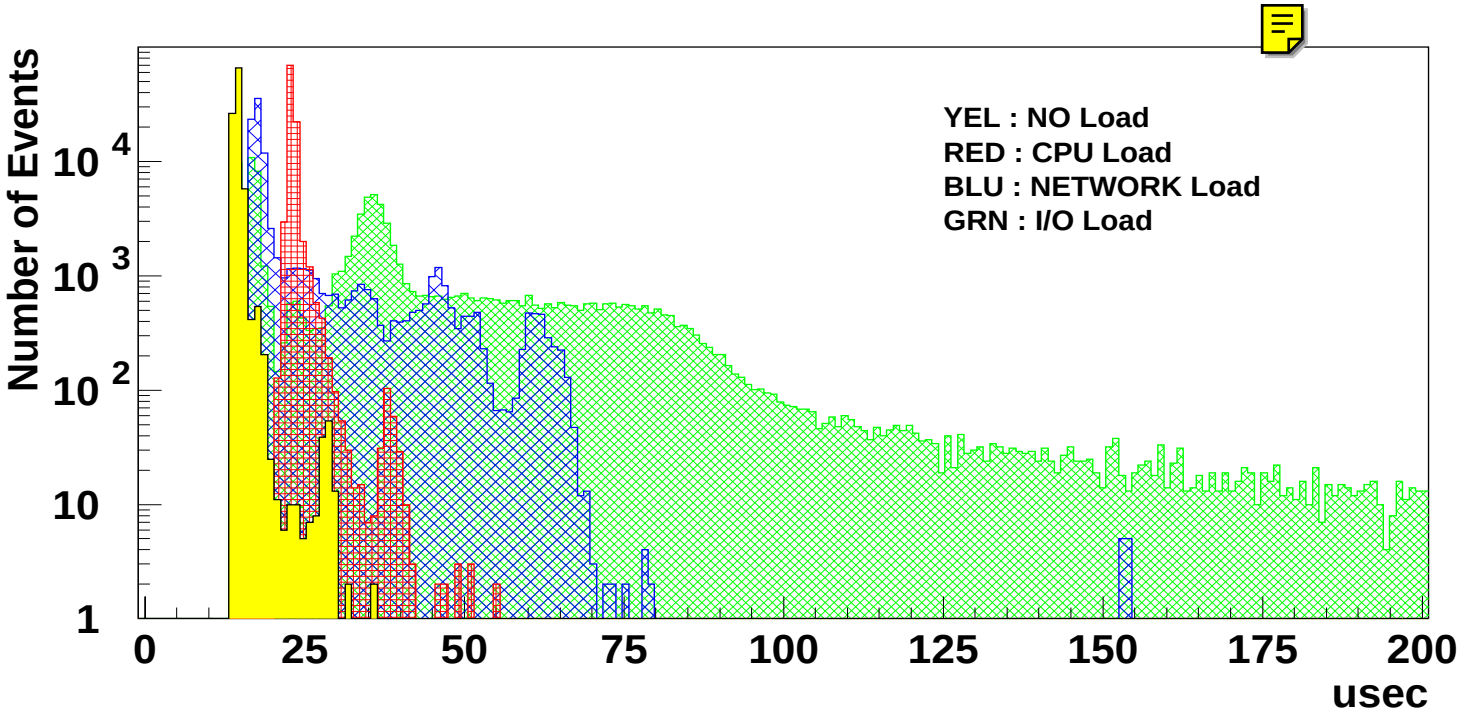
Test Results(Std. Linux)

- Linux2.2.13(normal)



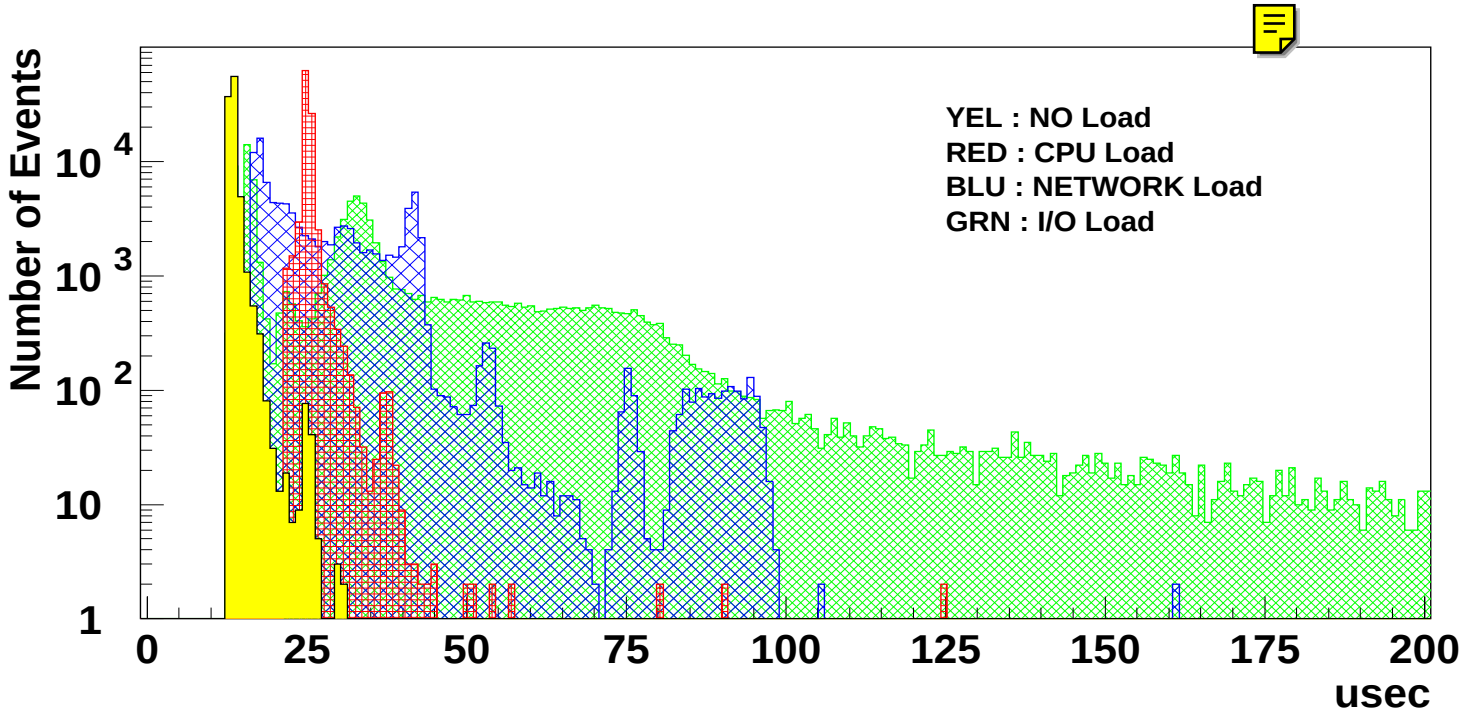
Test Results(Linux POSIX)

- Linux2.2.13(POSIX)
  - Policy : FIFO
  - Priority: MAX(99)



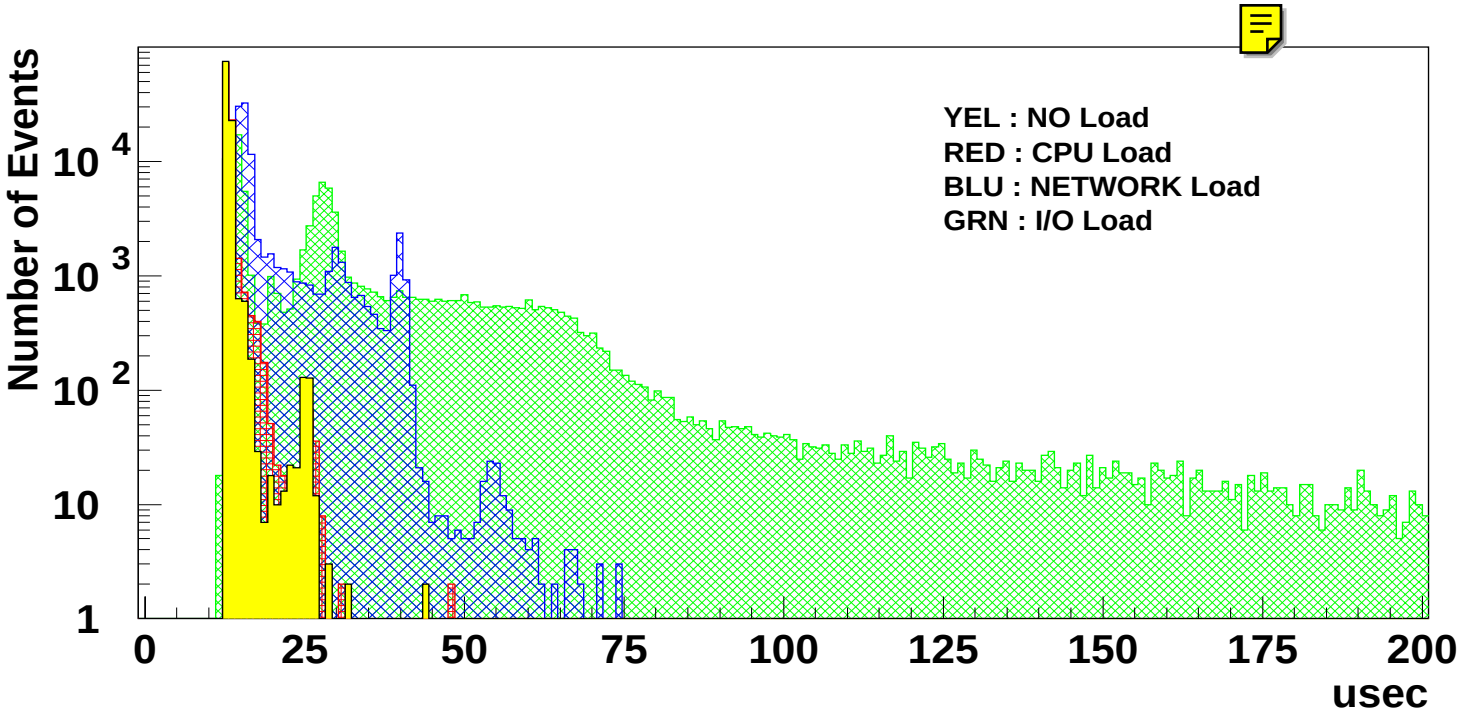
Test Results(KURT)

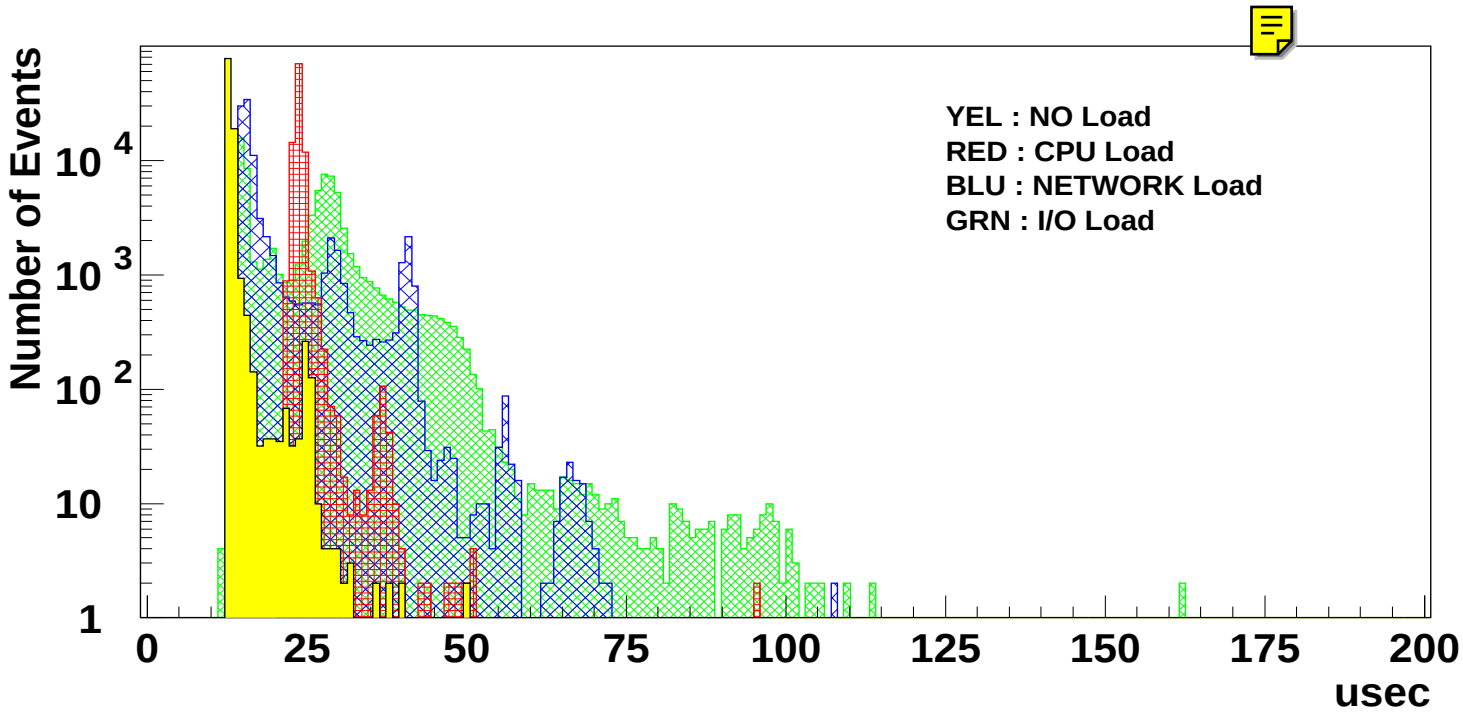
- Linux2.2.13(KURT2.0)



Test Results(MontaVista)

- Linux2.2.14(MontaVista real-time scheduler)
  - Policy : FIFO
  - Priority: MAX(127)



Test Results(Ingo's Patch)

- Linux2.2.13(lowlatency-2.2.13-A1)